

PHDE 030015 EP



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

REC'D 08 DEC 2004

WIPO

PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

IB/04/52641

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03104626.1

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk



Anmeldung Nr.:
Application no.: 03104626.1
Demande no:

Anmeldetag:
Date of filing: 10.12.03
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Philips Intellectual Property & Standards
GmbH
Steindamm 94
20099 Hamburg
ALLEMAGNE
Koninklijke Philips Electronics N.V.
Groenewoudseweg 1
5621 BA Eindhoven
PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Röntgendetektor

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)
revendiquée(s)
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

H01L27/00

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL
PT RO SE SI SK TR LI

BESCHREIBUNG

Röntgendetektor

Die Erfindung betrifft einen Detektor für eine bildgebende Einrichtung wie
5 insbesondere eine Röntgenvorrichtung.

Dynamische Röntgenflachdetektoren (FDXD) finden im Bereich der medizinischen Diagnostik zunehmend Verwendung als universelle Detektorkomponenten, die in verschiedenen anwendungsspezifischen Röntgengeräten eingesetzt werden können. Sie
10 weisen ein Feld aus Sensorelementen (Sensormatrix) auf, wobei jedes Sensorelement des genannten Feldes ein Element zur Ladungssammlung enthält, zum Beispiel eine Photodiode oder einen Kondensator, sowie mindestens ein Ausleseelement, zum Beispiel einen Dünnschichttransistor zur Weiterleitung der gesammelten Ladungen an eine Auswerteschaltung. Röntgenflachdetektoren werden typischerweise aus amorphem
15 Silizium (a-Si:H) hergestellt, können aber auch aus kristallinem Silizium bestehen, was die Realisierung komplexerer und leistungsfähigerer Bausteine erlaubt.

Die Kontaktierung eines großflächigen Detektors der oben beschriebenen Art erfolgt üblicherweise über sogenannte Flex-Verbindungen, das heißt Kunststofffolien mit
20 feinen Leiterbahnen, oder über Wire-Bond Leitungen. Aufgrund des geringen Zeilen- und Spaltenabstandes von typischerweise 50 bis 250 μm und der großen Fläche einer Sensormatrix sind dabei oft mehrere Tausend Verbindungen zwischen der Sensormatrix und einer nachgeschalteten Auswerteelektronik herzustellen. Für Detektoren aus kristallinem Silizium sind ferner Ansätze bekannt, zumindest Teile der Auswerteelek-
25 tronik direkt in den Wafer zu integrieren, welcher die Sensormatrix enthält.

Des Weiteren ist es aus der US 5 914 485 bekannt, bei einem Detektor mit einem Feld von Sensorelementen an einem Rand des Substrats integrierte elektronische Bausteine

(ICs) für die Adressierung und an einem anderen Rand integrierte elektronische Bausteine für ein Multiplexing der von den Sensorelementen ausgelesenen Signale anzubringen.

- 5 Vor diesem Hintergrund war es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen kostengünstig herzustellenden Detektor mit verbesserten Signaleigenschaften bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird durch einen Detektor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch eine bildgebende Einrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst.

- 10 Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen enthalten.

Der erfindungsgemäße Detektor für eine bildgebende Einrichtung wie beispielsweise eine Röntgenvorrichtung oder einen optischen Bildaufnehmer enthält die folgenden Komponenten:

15

- a) Ein Substrat, in welchem elektronische Schaltungen ausgebildet werden können. Typischerweise bestehen dabei zumindest die Teile des Substrats, welche die Elektronik enthalten, aus amorphem oder vorzugsweise aus kristallinem Silizium. Ferner kann das Substrat auf einem mechanischen Träger wie
20 beispielsweise einer Glasplatte aufgebracht sein bzw. einen solchen Träger umfassen.

- b) Ein Feld von Sensorelementen, die auf einer Seite des Substrats ausgebildet sind. Typischerweise sind die Sensorelemente dabei in einem regelmäßigen
25 Muster angeordnet, zum Beispiel hexagonal oder gitterförmig in Zeilen und Spalten. Die Sensorelemente sind vorzugsweise für Röntgenstrahlung und/oder für sichtbares Licht sensitiv, wobei sie ein der aufgenommenen Strahlungsmenge entsprechendes elektrisches Signal bereitstellen.

30

- c) Mindestens einen integrierten elektronischen Baustein (IC) zur Verarbeitung von Sensorsignalen, welcher an einem Rand des Substrats angebracht, das heißt mechanisch befestigt ist. Typischerweise befindet sich der elektronische Baustein auf derselben Seite des Substrats wie das Feld der Sensorelemente. Des Weiteren ist der elektronische Baustein an seiner elektrischen Eingangsseite über Signalleitungen mit den Sensorelementen verbunden, und er enthält mindestens einen Analog-Digital-Wandler zur Umwandlung der an den Signalleitungen anliegenden analogen Eingangssignale in digitale Ausgangssignale. Diese digitalen Ausgangssignale können dann über Ausleseleitungen vom Detektor zu weiteren externen Auswertungsschaltungen geleitet werden.

Der Detektor hat den Vorteil, dass eine Analog-Digital-Wandlung der Signale der Sensorelemente unmittelbar am Rand des Feldes der Sensorelemente stattfinden kann, wodurch Signalstörungen und Rauschen durch lange externe Leitungen vermieden werden. Weitere Vorteile resultieren daraus, dass mindestens ein separater integrierter Baustein vorgesehen ist, welcher fest mit dem Substrat verbunden wird. Hierdurch wird einerseits ein mechanisch robustes Design erzielt, und andererseits wird durch den modularen Aufbau eine unabhängige Herstellung und Optimierung sowohl des Feldes der Sensorelemente als auch des integrierten Bausteines möglich. Durch eine separate Ausbeute-Maximierung und durch separate Tests für den integrierten Baustein können dabei eine höhere Gesamtausbeute und eine Kostenreduzierung bei der Herstellung erreicht werden.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung des Detektors enthält das Substrat Verstärker zur Verstärkung der Sensorsignale, bevor diese als Eingangssignale in den integrierten Baustein gelangen. Auf diese Weise können Signalverluste auf dem Weg von den Sensorelementen zum integrierten Baustein reduziert werden, was der Signalqualität zugute kommt. Die Elektronik des Substrates wird in diesem Falle vorteilhafterweise durch kristallines Silizium realisiert.

Des Weiteren kann das Substrat analoge Multiplexer enthalten, die dem integrierten Baustein zur Redzierung seiner Eingangssignale vorgeschaltet sind, und/oder das Substrat kann digitale Multiplexer enthalten, die dem integrierten Baustein zur Reduzierung der Ausgangssignale des Detektors nachgeschaltet sind.

5

Gemäß einer anderen Weiterbildung des Detektors enthält der integrierte Baustein mindestens einen Verstärker zur (Vor-)Verstärkung der von den Sensorelementen kommenden Signale. Des Weiteren kann der integrierte Baustein optional mindestens einen Multiplexer enthalten, mit dessen Hilfe eine große Anzahl von Eingangssignalen auf eine kleinere Anzahl von Ausgangsleitungen zeitlich verteilt werden kann. Die Integration eines solchen Multiplexers erlaubt es daher, die Anzahl der externen Verbindungen des Detektors zu reduzieren.

Der integrierte Baustein kann insbesondere aus kristallinem Silizium bestehen, welches die Realisierung leistungsfähiger Schaltungen erlaubt. Da der Baustein im Vergleich zum Substrat des Detektors verhältnismäßig klein ist, stellt die Verwendung von kristallinem Silizium kein Problem dar. Der integrierte Baustein kann ferner insbesondere ein CMOS-Schaltkreis sein.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des Detektors erstreckt sich das Feld der Sensorelemente an drei Rändern des Substrats jeweils bis zur Kante. Das heißt, dass nur der Rand, an dem sich der mindestens eine integrierte Baustein befindet, nicht mit dem Feld der Sensorelemente bedeckt ist. Ein solcher in drei Richtungen randstreifenloser Aufbau des Detektors ermöglicht es, eine Vielzahl derartiger Detektoren nahtlos aneinander zu fügen, um auf diese Weise größere Detektorflächen zu erzeugen. Um keinen Rand des Substrats für die Unterbringung einer Adressierungsschaltung zu verbrauchen, wird die für die Adressierung der Sensorelemente notwendige Logik vorzugsweise in die Matrix der Sensorelemente integriert.

Für die mechanische und elektrische Verbindung des integrierten Bausteins mit dem Substrat eignen sich insbesondere die Verfahren der Flip-Chip-Kontaktierung, des Wire-Bonding, oder der Anbringung von "packaged ICs" (ICs im Gehäuse) auf einem Wafer.

5

Die Erfindung betrifft ferner eine bildgebende Einrichtung, welche einen Detektor der oben beschriebenen Art enthält. Bei der bildgebenden Einrichtung kann es sich insbesondere um eine Röntgenvorrichtung handeln, wobei in diesem Falle die Sensorelemente bei einem direkt konvertierenden Detektor für Röntgenstrahlung und bei
10 einem indirekt konvertierenden Detektor für Szintillationslicht sensitiv sind.

Im Folgenden wird die Erfindung mit Hilfe der Figur, welche eine Aufsicht auf einen erfindungsgemäßen Detektor zeigt, beispielhaft erläutert.

15 Bei dem schematisch dargestellten Detektor kann es sich insbesondere um einen optischen Bildaufnehmer oder um einen dynamischen Röntgenflachdetektor (FDXD) beziehungsweise ein Modul hiervon handeln. Der Detektor umfasst ein rechteckiges, ebenes Substrat 1, das eine Elektronikschicht aus amorphem oder vorzugsweise aus kristallinem Silizium enthält oder hieraus besteht. Die Abmessungen des Substrates 1
20 betragen typischerweise 40 mm × 40 mm bis 500 mm × 500 mm. Auf der in der Figur sichtbaren Oberseite des Substrats 1 befindet sich eine Matrix beziehungsweise ein Feld 2 von beispielsweise 2000 × 2000 Sensorelementen 3, deren gitterförmige Anordnung zeichnerisch angedeutet ist. Das Feld 2 erstreckt sich in drei Richtungen jeweils bis zur in der Figur linken, oberen und rechten Kante des Substrats 1. Die
25 Sensorelemente 3 können beispielsweise Photodioden und/oder Kondensatoren umfassen, die unter Bestrahlung mit Licht oder Röntgenstrahlen elektrische Ladungen ansammeln.

Bei Adressierung eines Sensorelementes 3 durch eine nicht näher dargestellte, im Feld 2
30 verteilt angeordnete Adressierungslogik werden die Ladungssignale der Sensorelemente

zeilenweise an in Spaltenrichtung verlaufende Ausleseleitungen 6 gelegt. Die Ausleseleitungen 6 führen zu den Eingängen von integrierten elektronischen Bausteinen 4 (ICs), welche am freien unteren Rand 5 des Substrats 1 angeordnet sind. Die integrierten Bausteine 4 können zumindest Teile einer Auswerteelektronik wie insbesondere Verstärker, Analog-Digital-Wandler, Multiplexer, Interface-Schaltungen und dergleichen enthalten. Typischerweise verarbeitet ein Baustein 4 die Signale von 50 bis 500 Signalleitungen 6. Die Größe der Bausteine 4 kann zwischen wenigen Quadratmillimetern und einigen Quadratzentimetern liegen. Die Bausteine 4 bestehen vorzugsweise aus kristallinem Silizium und sind als CMOS-Schaltungen realisiert.

10

Die mechanische und elektrische Verbindung der integrierten Bausteine 4 mit dem Substrat 1 kann mit einer Flip-Chip-Technologie (zum Beispiel ACF-Bonding, Bump-Bonding oder dergleichen), mit Wire-Bonds oder mit ICs im Gehäuse ("packaged IC mounted on wafer") hergestellt werden. Der Anschluss der integrierten Bausteine 4 an eine externe Auswerteelektronik (nicht dargestellt) geschieht über Flex-Verbindungen 7.

15

Bei einer besonders bevorzugten Ausgestaltung des Detektors enthält die aus kristallinem Silizium bestehende Elektronik des Substrats 1 Verstärker zur Verstärkung der Sensorsignale. Dabei kann ein eigener Verstärker entweder für jedes einzelne Sensorelement 3 des Substrats oder für jede Spaltenleitung 6 vorgesehen werden. Die integrierten Bausteine 4 enthalten dann vor allem die Analog-Digital-Wandler. Das Substrat 1 kann ferner noch analoge Multiplexer (vorgeschaltet) und/oder digitale Multiplexer (nachgeschaltet) enthalten.

25

Im Vergleich zu Detektoren mit einer komplett außerhalb des Substrats liegenden Auswerteelektronik hat ein Detektor der oben erläuterten Art die folgenden Vorteile:

- Die Anzahl der das Substrat 1 verlassenden Verbindungen (zum Beispiel Flex-Bonds) kann durch Multiplexer in den Bausteinen 4 stark reduziert werden.

30

- Es wird ein mechanisch robustes Design erzielt.
- Die in den Bausteinen 4 enthaltene Auswerteelektronik liegt sehr nah an den Sensorelementen 3, was durch verringertes Rauschen zu einer höheren
5 Signalgüte führt.

Im Vergleich zu Detektoren mit in dem Substrat integrierter Auswerteelektronik ergeben sich folgende Vorteile:

- 10 - Aufgrund des modularen Designs ist eine unabhängige Herstellung und Optimierung von Sensormatrix und integrierten Bausteinen 4 möglich.
- Durch eine separate Ausbeute-Maximierung und durch separate Tests der Bausteine 4 ist eine Produktion der Detektoren mit insgesamt höherer Ausbeute und daher mit geringeren Kosten möglich.

15

Ein weiterer Vorteil des Detektors liegt darin, dass das Feld der Sensorelemente 3 an drei Rändern bis zur äußersten Kante des Substrats 1 reicht. Daher ist es möglich, mehrere Detektoren dieser Art quasi lückenlos zu einer größeren Detektorfläche zusammenzusetzen.

20

PATENTANSPRÜCHE

1. Detektor für eine bildgebende Einrichtung, enthaltend

- a) ein Substrat (1);
- b) ein auf einer Seite des Substrats (1) ausgebildetes Feld (2) von Sensorelementen (3);
- 5 c) mindestens einen integrierten elektronischen Baustein (4) zur Verarbeitung von Sensorsignalen, wobei der Baustein (4) an einem Rand (5) des Substrats (1) angebracht und eingangsseitig mit den Sensorelementen (3) verbunden ist, und wobei der Baustein (4) mindestens einen Analog-Digital-Wandler zur Umwandlung analoger Eingangssignale in digitale Ausgangssignale enthält.

10

2. Detektor nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Substrat (1) Verstärker zur Verstärkung der Eingangssignale des integrierten Bausteins (4) enthält.

15

3. Detektor nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

das Substrat (1) dem integrierten Baustein (4) vorgeschaltete und/oder dem integrierten Baustein (4) nachgeschaltete Multiplexer enthält.

20

4. Detektor nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass der integrierte Baustein (4) mindestens einen Verstärker zur Verstärkung der Eingangssignale und/oder mindestens einen Multiplexer enthält.

25

5. Detektor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der integrierte Baustein (4) aus kristallinem Silizium hergestellt ist.
- 5 6. Detektor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Feld (2) der Sensorelemente (3) sich an drei Rändern bis zur Kante des Substrats (1) erstreckt.
- 10 7. Detektor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der integrierte Baustein (4) mit dem Substrat (1) durch Flip-Chip-Kontaktierung, durch Wire-Bonding oder durch Anbringung von packaged ICs auf einem Wafer verbunden ist.
- 15 8. Detektor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Substrat (1) Elektronik aus kristallinem oder amorphem Silizium enthält.
- 20 9. Detektor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Sensorelemente (3) für Röntgenstrahlung und/oder sichtbares Licht sensitiv sind.
- 25 10. Bildgebende Einrichtung, insbesondere Röntgenvorrichtung,
gekennzeichnet durch
einen Detektor nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

ZUSAMMENFASSUNG**Röntgendetektor**

Die Erfindung betrifft einen Detektor für eine Röntgenvorrichtung, welcher ein Substrat (1) aus amorphem oder vorzugsweise kristallinem Silizium mit einem darauf

5 befindlichen Feld (2) von Sensorelementen (3) enthält. An einem Rand (5) des Substrats (1) sind integrierte elektronische Bausteine (4) mit darauf befindlichen Analog-Digital-Wandlern durch Flip-Chip-Kontaktierung oder dergleichen angebracht, welche über Signalleitungen (6) mit den Sensorelementen verbunden sind. Die

10 Bausteine (4) und/oder das Substrat können weiterhin Verstärker und Multiplexer zur Verarbeitung der Sensorsignale enthalten.

Fig. 1

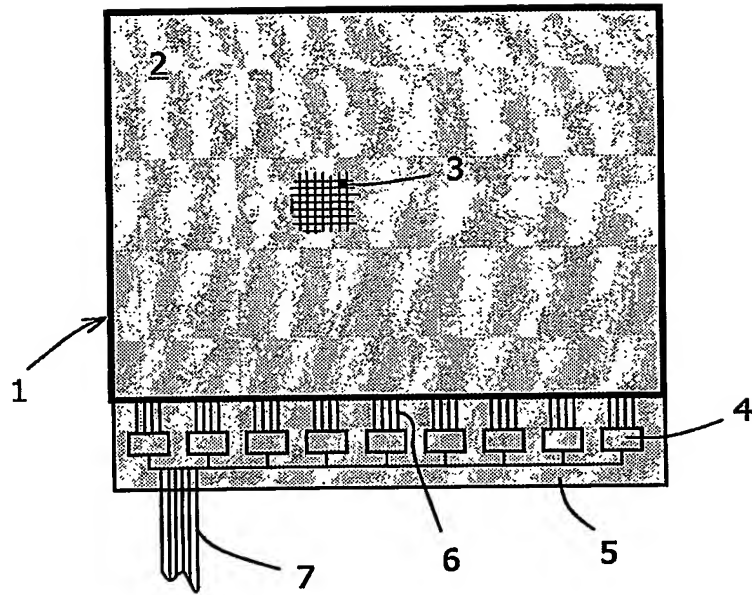


Fig. 1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINE(S) OR MARK(S) ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.